FISIOLOGIA DELL'EMBRIONE

RICERCHE

del Prof. W. PREYER

sopra i fenomeni vitali prima del parto

TORINO, 1885
TIPOGRAFIA CELANZA E COMP.
Via Garibaldi, N. 33.

Estratto dal GIORNALE DELLA R. ACCADEMIA DI MEDICINA DI TORINO

Fasc. 3-4 — *Marzo-Aprile* 1885.

FISIOLOGIA DELL'EMBRIONE

Ricerche

del Prof. W. PREYER

SOPRA

i fenomeni vitali prima del parto.

Colla presente memoria desidero di presentare un riassunto delle mie ricerche intorno alla fisiologia dell'embrione, comprendendovi anche i risultati dei lavori fatti sotto la mia direzione, e facendo la critica delle osservazioni che già esistevano nella scienza.

La difficoltà più grave per lo studio dell'embrione umano deriva essenzialmente dalla mancanza del materiale e dalla insufficenza dei dati anatomici e specialmente istologici nelle prime epoche dello sviluppo.

Il fisiologo può avere, solo raramente o per caso. degli embrioni umani, vivi, nei primi stadii, degli aborti vivi, dei mostri, specialmente anencefali o dei nati prematuramente, per ricerche che, a conoscere i processi viventi dell'embrione, sarebbero importantissime e potrebbero sostituire le vivisezioni.

Non mancano dei neonati a termine, ma dal loro comportarsi non si può arguire quello dei feti non ancora nati. Infatti il feto, appena è nato, si cambia in neonato, cioè in lattante; ed in nessuna epoca l'uomo sopporta tanti cambiamenti fisiologici, in parte pericolosi per la vita, come nel giorno della nascita.

I soli fenomeni vitali del feto, che si possano percepire nella donna gravida, sono la motilità e l'attività del cuore. Pochissimi sono gli sperimenti cui si possa sottoporre il feto senza danno della madre.

Quindi, per fare della fisiologia del feto un ramo scientifico indipendente, bisogna servirsi degli animali. Fra i mammiferi servono, in Europa, specialmente la cavia, la pecora, il cane, il gatto, il coniglio, i cui feti possono venir raccolti dall'osservatore in uno spazioso bagno, contenente soluzione di cloruro sodico 0,6 0[0 alla temperatura del corpo. Fra gli uccelli vennero per lo più studiati i pulcini. In essi si può con grande vantaggio determinare esattamente l'età, quando la temperatura di incubazione sia mantenuta approssimativamente costante. La stufa ad incubazione costrutta da me, conservò per ben quindici anni assai meglio degli apparecchi usati, con scopo scientifico, negli stabilimenti di incubazione, giacchè questi richiedono di essere frequentemente aperti ed ispezionati.

Oltre le uova degli uccelli, vennero studiate quelle di serpe, di rana, di pesce, di chiocciola, preferendo quelle a rivestimento diafano — specialmente, tra i pesci, quelle di temolo. — Però la picciolezza e la decomponibilità di queste uova costituisce una grave difficoltà per lo sperimentatore.

Per osservare comodamente gli embrioni di animali ovipari nel loro uovo, al caldo, e per eccitarli, provai una scattola per preparazioni, costrutta da me per osservarli — e più di tutte le uova di uc-

celli embrionate — senza aprire, provai il mio *embrioscopo* od *ooscopo* insieme col *riscaldatore dell'uovo*. Seguii pure con grandi cautele lo sviluppo embrionale nell'uovo di uccello aperto e poi rinchiuso con mica.

La maggiore difficoltà per l'intelligenza dei fenomeni vitali, osservati in tutti gli embrioni, sta nella mancanza di ricerche morfologiche sui tessuti funzionanti, dopo la formazione dell'embrione. Lo sviluppo del tessuto muscolare, del nervoso, delle terminazioni nervose nei muscoli, nelle ghiandole e negli organi dei sensi è ancora pochissimo conosciuto. Nondimeno la dimostrazione di nuovi fatti puramente fisiologici valse a precisare esattamente le questioni da dilucidarsi dall'istologia.

I risultati di fatto da me ottenuti concernono la circolazione, la respirazione, la nutrizione, la secrezione, la calorificazione, la motilità, la sensibilità e l'accrescimento nell'uovo.

CIRCOLAZIONE DELL'EMBRIONE.

Le funzioni dell' embrione maggiormente studiate sono la *attività cardiaca* e la *circolazione del sangue*.

Per ciò che riguarda la prima, si può dire in generale che *nei primi stadii il cuore batte irregolarmente* e per forza, e per frequenza, e per rapidità. Gli mancano completamente i regolatori, caratteristici per i vertebrati superiori sviluppati, ed è verosimile che le fibre muscolari, formatesi nel cuore embrionale dell'uomo e di tutti gli animali, non si contraggano contemporaneamente. Avviene il contrario nel cuore

degli embrioni più sviluppati di chiocciola, di pesce, di rettile, di uccello, di mammifero. Esso lavora regolarmente e con forza, quando le condizioni esterne si conservano eguali.

Il riempirsi e lo svuotarsi del canale cardiaco unico e chiuso, osservato esattamente nell'embrione di pulcino, dimostra che la prima sistole, dopo il saldarsi delle due metà del cuore, in origine divise, avviene solo in seguito alla completa chiusura del canale cardiaco. Ciò vale pure per i mammiferi.

Il fatto che tutti i cuori embrionali battono formente, prima che in essi siano riconoscibili delle fibre muscolari striate o dei tessuti nervosi (cellule gangliari o fibre nervose), fa congetturare che le cellule contrattili del sacco cardiaco siano eccitate, prima di ciascuna contrazione, dallo stesso e medesimo stimolo. È molto improbabile che la contrazione si propaghi da una cellula all'altra. Ciascuno stimolo deve essere ricercato nel fluido, che, per differenza di temperatura, circola già prima che il cuore sia formato, vale a dire nella *ematolinfa* da principio incolora, da cui proviene il sangue. Infatti, se si impedisce l'afflusso del sangue al cuore embrionale, questo si arresta immediatamente.

Il movimento del sangue nei cuori embrionali dei primi stadii avviene in modo che il sangue scorre dalle parti posteriori (inferiori) per le vene omfalo mesenteriche, e, mediante una contrazione peristaltica del canale cardiaco, vien spinto verso le anteriori (superiori). Per tal modo il canale cardiaco promove solo il circolo dall'areola vasale alle singole parti embrionali. Il primo movimento *cordipeto* del sangue nei vasi non è già prodotto dalla attività cardiaca, ma avviene prima di essa (per differenza di temperatura); il primo movimento *cordifugo* è dovuto alla attività cardiaca.

La frequenza di tutti i cuori embrionali viventi fin qui osservati è, al cominciare della loro attività, minore che non subito dopo. Così avviene nelle chiocciole, nei pesci, negli anfibii, nei rettili, nei pulcini ed anche nei mammiferi. Per i pulcini nell'uovo risultò che la frequenza del cuore cresce dal secondo al quinto giorno; può anche raddoppiarsi, crescendo da 90 a 180 al minuto; in seguito diminuisce, ma non subito.

Molti nuovi fatti, non privi d'importanza, vennero trovati, studiando l'influenza di diversi agenti sopra il cuore di pulcino (2-4 giorni) nell'uovo aperto e mantenuto caldo e sopra il cuore scoperto di fresco della cavia, ed anche su cuori embrionali esportati.

Tutti i cuori di embrioni fin qui studiati sono straordinariamente sensibili alle *variazioni di temperatura.* In generale, la frequenza, diminuisce per minimi raffreddamenti, aumenta per minimi riscaldamenti. I cuori embrionali di mammifero (anche quelli di pulcino), resi completamente immobili col raffreddamento, possono riprendere a battere con forza, se, consecutivamente, vengono riscaldati. Il riscaldamento può aumentare la frequenza dei battiti fino a renderne impossibile il computo; non produce però mai il tetano.

È notevolissimo il modo di comportarsi del cuore embrionale per l'*eccitamento elettrico.* Con una corrente d'induzione si può produrre una sistole permanente, un *vero tetano cardiaco*, senza conseguenze esiziali. La corrente costante, al contrario, produce soltanto un leggero aumento di frequenza, quando è eliminato ogni raffreddamento, od, anche, non produce effetto di sorta. Questi fatti provano che la reazione dei cuori embrionali giovani (di uccelli e di mammiferi) allo stimolo elettrico è essenzialmente diversa da quella dei cuori cresciuti; senza dubbio essi non contengono ancora dei ganglii inibitori.

Anche per i contatti il cuore di embrione si com-

porta in modo diverso. Un contatto di breve durata con un bastoncino, alla temperatura del corpo, provoca aumento di frequenza. La sottrazione di acqua per mezzo dell'evaporazione produce diminuzione di frequenza.

Un grande numero di ricerche sugli eccitamenti chimici dimostrò che il cuore dell'embrione del pulcino, ancora prima che fosse riconoscibile una striatura delle sue fibre muscolari, veniva paralizzato da minime quantità di composti di potassio, mentre i sali di soda in soluzione allungata sono indifferenti. Il cloruro di sodio però, posto in sostanza sul cuore, produce rapida diminuzione di frequenza. Parimente agiscono l'idrato di cloralio, l'aldeide, l'atropina, la nicotina, la chinina, l'ammoniaca, ecc., a dose quasi omeopatica. La sensibilità del cuore di embrione agli stimoli chimici (veleni cardiaci) è più grande di quella di qualunque altro tessuto contrattile differenziato.

Lasciando morire all'aria aperta un embrione non avvelenato, si presenta, prima del definitivo arresto del cuore, un *aumento premortale della frequenza.*

Questo fatto ricorda l'aumento di eccitabilità, che si ha negli animali nati, quando muore un nervo.

Il cuore esportato, e già anche quello dell'embrione estratto dall'uovo, si comporta altrimenti del cuore *in situ:* presenta, ad es., una strana aritmia. Esso è da riguardarsi come un cuore che muore. Si può dire, in generale, che quanto maggiore è la pausa tra due sistoli, tanto più lunga è la durata di ogni contrazione e tanto più copioso è lo svuotamento.

Le proprietà fisiologiche del cuore embrionale degli uccelli e dei mammiferi han molta somiglianza con quelle del cuore delle larve degli insetti, ed anche per la grande tenacità di vita, con quelle dei cuori di anfibii cresciuti. I cuori di embrioni di cavia battono ancora quando nel loro sangue non si trova più traccia di ossigeno; talora persino dieci minuti dopochè la madre è morta per asfissia.

Questa resistenza ci valse la notizia che la attività del cuore umano incomincia al principio della terza settimana. — La storia dello sviluppo insegna che prima della fine della seconda settimana il cuore non batte, poichè allora il canale cardiaco non è ancora chiuso.

La scoperta del tono cardiaco del feto nella donna gravida (scoperta fatta nell' anno 1822) fece sperare una più ricca messe di quella finora ottenuta. La sua importanza pratica per la diagnosi della gravidanza a partire dal 5° mese, fece sì che si accumulasse un grande numero di osservazioni sulla frequenza del cuore, rilevata con l'ascoltazione. Ma, in rapporto con le fatiche sopportate, sono pochi i nuovi fatti fisiologici conosciuti per suo mezzo. Per ciò che si riferisce al metodo di determinare la frequenza, due errori sono stati commessi da molti medici; 1° Invece di ascoltare con un solo orecchio, si doveva sempre adoperare uno stetoscopio bianriculare o diotico, con cui molto più chiaramente si sente il tono cardiaco fetale; 2° Invece di contare, come molti fanno, solo per cinque o dieci secondi, bisogna contare almeno per 15 o 20 o 30 secondi o meglio per un intero minuto, per ottenere dei risultati concordanti.

Non si può ammettere che durante tutta la seconda metà della gravidanza la frequenza del cuore rimanga costante. Quasi sempre essa aumenta in seguito ai movimenti del feto, probabilmente perchè i muscoli comprimono le vene e quindi in tempo eguale passa maggior quantità di sangue nel cuore.

Una critica profonda dei numerosi lavori fatti per decidere la questione, se, prima del parto, i feti di sesso femminile abbiano una frequenza maggiore che quelli di sesso maschile, per modo che si potesse determinare già fin d'allora il sesso, dimostrò che in molti casi la predizione si avvera realmente, in molti

altri no. Quando il cuore batte da 135 a 145 volte al minuto i due sessi sono egualmente rappresentati; quando più di 145 si ha circa 1|3 di maschi, quando meno di 135 1|3 di femmine. Quindi per presagire il sesso dei nascituri non si può ricorrere alla numerazione dei battiti cardiaci fetali.

La frequenza del cuore fetale nel tempo della numerazione dipende da più fattori, non tutti conosciuti. Aumenta se la madre è febbricitante. Raggiunge la maggiore intensità dopo un lungo riposo del feto.

Una importante differenza tra l'attività cardiaca del feto e quella del neonato sta nella indipendenza della prima dal cervello e dal midollo spinale. La attività cardiaca è stata osservata anche in anencefali umani privi di centro respiratorio.

I primi movimenti del ragazzo normale neonato producono un importante, ma breve aumento susseguito da una lenta e considerevole diminuzione della frequenza cardiaca Gli stimoli cutanei artificiali, adoperati per richiamare in vita i bimbi nati asfitici, producono regolarmente un rapido e considerevole sollevarsi della diminuita attività cardiaca. Questo vale anche per i feti di mammiferi precocemente estratti dall'utero e respiranti artificialmente. Per lo più ad aumentare l'attività cardiaca serve il riscaldamento nelle stufe ad incubazione od in bagni alla temperatura del corpo.

Una critica dei dati sopra le variazioni di frequenza del cuore fetale, prima, durante e dopo il parto, dimostrò come il neonato in riposo solo raramente raggiunga la frequenza, che si ha al cominciare dei dolori e come, escluso ogni disturbo, le sofferenze non si conservino costanti nel mattino, nel pomeriggio, e nella sera. Mentre dura il dolore, cresce quasi sempre la frequenza dei battiti cardiaci, diminuisce invece (secondo i migliori osservatori), al principiare ed al finire del dolore, qualora il parto proceda regolarmente.

La diminuzione fisiologica della frequenza del battito cardiaco fetale durante la contrazione uterina venne variamente spiegata. Dalla critica delle ipotesi emesse risulta che molto verosimilmente sono interessate le fibre inibitrici del vago. La compressione, esercitata sopra la superficie del feto dalla contrazione uterina, produce per via riflessa — attraverso ai nervi cutanei — uno stimolo del vago. Ciò è possibile perchè, secondo le ricerche dei varii autori, la azione inibitrice del vago comincierebbe già un poco prima o per lo meno durante il parto. I diversi animali però si comportano diversamente. Sono certamente più i fattori che fanno variare la attività del cuore fetale durante il parto ed essi si possono in parte o del tutto compensare. In parecchi casi questa attività resta costante per tutta la durata del parto; in alcuni si ha accelerazione durante il dolore; in altri si ha una grande irregolarità (tra 100 e 200 battiti al minuto). Lo aumento di frequenza nell'intervallo tra due dolori si spiega con la cessazione dello stimolo del vago, essendo cessata la pressione, e con il facilitato lavoro cardiaco, in seguito al dilatarsi del sistema capillare placentario, che, per la compressione, si era ristretto durante il dolore.

La assai breve durata di un battito cardiaco nel feto (0,4 secondi e meno) dimostra che la pausa tra la fine della sistole ventricolare ed il principio di quella auricolare è più breve che nel neonato non solo assolutamente, ma anche relativamente.

Dalle ricerche sopra l'attività cardiaca embrionale vien fuori, oltre i fatti notati, che una fisiologia comparata sistematica delle condizioni, che determinano il cominciare ed il continuare dell'attività del *punctum saliens* nei diversi animali, assicurerebbe il più grande progresso delle conoscenze su questi processi vitali fondamentali.

Sopra il *movimento del sangue nell'embrione* si è molto

lavorato, per modo che più che delle cose nuove da descrivere, ce ne sono delle vecchie da confermare e in parte da epurare. La ematolinfa scorre irregolarmente in tutti gli embrioni, prima ancora che essi contengano sangue. I movimenti dell'embrione giovano grandemente ad avviare la circolazione sanguigna. Nell'embrione del pulcino ed in quello dell'uomo si distinguono tre sorta di circolazioni, corrispondenti ciascuna ad un periodo dello sviluppo del sistema vasale. Si ha anzitutto la circolazione del tuorlo (I) distinta in primitiva (I*a*), che appare prima del saldarsi delle due aorte primitive, e secondaria (I*b*), dopo il saldamento, caratterizzata quest'ultima dalla corrente nella rete dell'*area vasculosa*. Vien quindi la cosidetta seconda circolazione o circolazione allantoidea (II), che corrisponde nel feto dei mammiferi alla circolazione Choriale (II*a*) ed alla circolazione placentare (II*b*). Infine si ha la circolazione del neonato (III), che incomincia col primo atto respiratorio. Nell'uomo (I*a*) comincia alla fine della seconda settimana od al principio della terza, (I*b*) nella quarta settimana od al fine della terza, (II*a*) comincia quando sono formati i vasi ombelicali alla fine della terza od al principio della quarta settimana, (II*b*) quando è formata la placenta nel terzo mese, (III) dopo il parto. Più esatte determinazioni di tempo non si possono avere.

La critica delle descrizioni, che si danno della circolazione sanguigna, mostra che il riempirsi del cuore con il sangue non è esattamente descritto. Infatti la vena cava inferiore, effonde il suo sangue non già attraverso all'orecchietta destra ed al forame ovale nell'orecchietta sinistra, ma contemporaneamente nelle due orecchiette. La vena cava inferiore ha due sbocchi, uno inferiore destro per l'orecchietta destra, uno superiore sinistro per l'orecchietta sinistra, separato dall'*Isthmus atriorum*.

L'analisi dei fenomeni del circolo sanguigno fetale insegna come sia necessario di distinguere per lo meno otto gradi di arteriosità o di venosità, Inoltre mostra che una parte del sangue più venoso, il quale è già passato una volta per la metà inferiore del corpo, ritorna, seguendo la vena cava inferiore, all'atrio destro, al condotto di Botallo ed alla aorta; e che, cosa anche più sorprendente, una parte del sangue più arterioso, proveniente dalla vena ombelicale, ritorna alla placenta, passando pel cuore, per l'aorta e per le arterie ombelicali.

I grandi cambiamenti circolatorii dopo il parto e, negli uccelli, alla fine della incubazione sono essenzialmente dovuti al distendersi de' polmoni atelettasici, l che produce un grande ingorgo dei capillari polmonari, e dal contemporaneo accasciarsi del condotto di Botallo. La aspirazione polmonare *diminuisce la pressione nella aorta*, giacchè per la legatura della vena ombelicale una minor quantità di sangue arriva al cuore per il condotto di Aranzio e per la vena cava inferiore. Per tal modo il condotto di Botallo si obliterа completamente e diminuisce pure la resistenza dei capillari delle altre parti del corpo. In seguito alla diminuzione della pressione sanguigna nell'aorta, avviene una forte contrazione dei muscoli circolari delle arterie ombelicali, il che impedisce l'emorragia, anche se non si lega il cordone ombelicale (negli animali).

I lavori fatti allo scopo di studiare la azione della legatura precoce o tardiva del cordone ombelicale sopra la quantità di sangue del feto, dimostrano che questa è maggiore (fino a 100 gr. in più) o minore a seconda che la legatura si è fatta tardi o presto. Ciò è essenzialmente dovuto alla aspirazione da parte dei polmoni, ed un poco anche alla compressione della placenta. Questa *trasfusione fisiologica* può salvare la vita ad un neonato debole. Anche per i neonati robusti è da red-

ferirsi dal punto di vista fisiologico la legatura tardiva, dopo cessato il polso del cordone alla precoce, per la ragione che così la quantita di emoglobina, la quale in seguito ai primi movimenti respiratorii, prende l'ossigeno dei polmoni, aumenta considerevolmente.

RESPIRAZIONE DELL' EMBRIONE.

Sopra questo tema due problemi dovevano essere risolti prima di tutti gli altri. Primo: forma normalmente l'embrione fin dal principio della sua esistenza dell'acido carbonico in quantità misurabile ed abbisogna di un copioso afflusso di ossigeno? Secondo: In qual modo, immediatamente dopo il parto, avviene il primo movimento respiratorio? Entrambe le questioni vennero portate assai presso alla loro soluzione.

Quanto all'afflusso di ossigeno, sta il fatto che esso è necessario. Se è difficoltato, lo sviluppo dell'embrione si fa lentamente ed incompletamente; se è facilitato, gli organi respiratorii degli embrioni idrozoici (anfibii) possono persistere più di un anno; se si impedisce agli embrioni (anfibii), che respirano per la pelle, per l'intestino e per le branchie, di uscire all'aria libera, allora le branchie si sviluppano enormemente ed i polmoni rimangono rudimentali.

Perchè l'embrione di uccello possa crescere (più ancora perchè possa differenziarsi nelle sue parti), è necessario che gli sia fornito dell'ossigeno allo stato di gaz, e che l'aria non ristagni più di 24 ore nell'ambiente. Altrimenti non vive. Nondimeno l'embrione di pulcino può ancora svilupparsi normalmente nell'uovo, quando venga resa impermeabile più della metà del guscio con lacca di asfalto. Bisogna però che la lacca venga distribuita a punti od a striscie sottili e non

in modo da coprire una intera metà dell'ovo. Nell' ossigeno puro il pulcino si sviluppa normalmente, ma forma una più grande quantità di ossiemoglobina, per cui gli integumenti ed il liquido amniotico si arrossano. Il formarsi di ossiemoglobina nello embrione di pollo — fin dal secondo giorno — dimostra ancor di più che l'embrione assume ossigeno fin dal principio. Nell'uovo rinchiuso in un ambiente privo di aria non si organizza un cuore rosso.

Il consumo di gaz cresce normalmente di giorno in giorno e la camera d'aria si ingrandisce continuamente. Essa non si trova sempre al polo ottuso, talora è situata lateralmente, talora, ma di rado, al polo acuto dell'uovo. In tutti e tre i casi il pulcino matura ed esce maturo. In tutti e tre casi i i vasi venosi allantoidei sono rutilanti (contengono ossigeno) gli arteriosi sono scuri (povertà di ossigeno).

Il consumo di ossigeno per parte dell'embrione dei mammiferi venne dimostrato dalla scoperta, fatta nell'anno 1874, che, anche sottraendo assolutamente l'aria il sangue preso dalla vena ombelicale presenta lo spettro dell'ossiemoglobina. Aprendo rapidamente e cautamente l' utero si vede sempre dapprincipio che la vena ombelicale è più rutilante dell' arteria ombelicale.

Per ciò che riguarda la formazione dell'acido carbonico nell'embrione, le ricerche fatte anteriormente non sono dimostrative. Infatti alcune si riferiscono solo all'uovo embrionato; ed in quelle, che furono eseguite per controllo sull'ovo non fecondato non venne trovato acido carbonico fra i prodotti di esalazione Una nuova ricerca sperimentale molto accurata, fatta secondo i metodi usitati nell'analisi elementare per determinare l'acido carbonico, dimostrò per contro che ogni uovo in incubazione, sia esso fecondato o non sia, secerne acido carbonico. Però, a cominciare dalla seconda

metà dell' incubazione, l'uovo sviluppato ne secerne molto di più che il non sviluppato, mentre, nella prima metà tanto l'eliminazione di acido carbonico, quanto il consumo di aria, non sono considerevolmente diversi nell'uno e nell'altro. Dal fatto che l'uovo di pollo, in via di sviluppo, emette giornalmente, nelle ultime settimane di incubazione, una maggiore quantità di acido carbonico, mentre quello non fecondato ne emette nello stesso spazio di tempo una quantità non considerevolmente maggiore che alla fine della seconda settimana, deriva irrefutabilmente che l'*embrione di uccello, molto tempo prima che incominci la funzione pulmonare, forma dell'acido carbonico*, il quale viene emesso nell' atmosfera in forma di gaz. Inoltre dimostra che il *pulcino nell'uovo prende dall'aria una quantità di ossigeno maggiore della quantità di acido carbonico restituito ad essa.* In media l'uovo di pollo fecondato perde, in tre settimane di incubazione, da tre a quattro grammi di acido carbonico più del non fecondato. La quantità di acido carbonico prodotta è maggiore nell'ossigeno puro che nell'aria atmosferica; l'ossigeno assorbito è in quantità maggiore nel primo caso che nel secondo.

In tutti questi casi, l'uovo di uccello, sviluppato o no, fecondato o no, secerne, oltre l'acido carbonico, una considerevole quantità di vapore acqueo. Un grande numero di pesate per determinare il vapore acqueo, vennero fatte con un nuovo metodo, per altro già utilmente adoperato per la determinazione dell'acqua esalata dai piccoli animali Esse stabilirono con certezza il fatto seguente, degno di maraviglia, che l'uovo di pollo fecondato e sviluppato *emette giornalmente, eccettuati i primi e gli ultimi giorni, una quantità di acqua quasi eguale alla perdita di peso giornaliera.*

Da questo fatto si deve conchiudere che il peso del gaz eliminato (acido carbonico), ha da essere eguale al

peso del gaz contemporaneamente introdotto (aria). L'uovo non sviluppato, emette in 21 giorni di incubazione da 2 a 3 gr. d'acqua più dell'uovo sviluppato. Le perdite di peso, e così pure la perdita di acqua, sono proporzionali molto esattamente al tempo, eccezione fatta per i primi e per gli ultimi giorni dello sviluppo. L'embrione però, prima del cominciare della respirazione polmonare, non esala dell'acqua nell'uovo, sibbene assume acqua dal rimanente contenuto dell'ovo. Ne viene che la quantità d'acqua dell'embrione di uccello cresce, malgrado la considerevole diminuzione di peso dell'uovo, dovuta fino agli ultimi giorni di incubazione alla evaporazione, mentre la quantità relativa diminuisce fino ad un certo punto contemporaneamente allo sviluppo (pag 251), ed infine, verosimilmente, cresce ancora alquanto (per gli abbondanti inghiottimenti di liquido amniotico).

Relativamente al consumo di ossigeno ed alla formazione di acido carbonico nei feti di mammiferi venne dimostrata, anche con esperienze gazometriche, la differenza deleatur tra il sangue delle arterie ombelicali (che contiene più acido carbonico e meno ossigeno), e quello delle vene ombelicali (che contiene meno acido carbonico e più ossigeno).

Quindi non si può più dubitare che il feto dei mammiferi *usi in parte per le ossidazioni l'ossigeno* combinato all'emoglobina dei globuli rossi che vengono dalla placenta. Ma la quantità di ossigeno consumata dall'embrione è piccola, relativamente a quella consumata dal nato. Malgrado l'esiguità di questo quantum, l'ossigeno deve ritenersi come fondamentalmente vitale fin dal principio dell'embriogenesi, perchè non solo è consumato molto rapidamente, ma anche, se viene sottratto, si ha morte rapida o morte apparente.

La questione del come avvenga il primo movimento respiratorio nei neonati d'uomo, di mammifero, di uc-

cello, venne risolta da speciali ricerche diversamente che da tutti i precedenti osservatori. Nessuna delle ipotesi emesse fin quì basta a spiegare i fatti in parte nuovi da me stabiliti. Poichè, nè le vecchie nè le recentissime vedute sono comportabili con il fatto da me osservato, *di una respirazione polmonare che si faceva mentre era intatta la circolazione e la respirazione placentare* (rel. circolazione e respirazione allantoidea).

Venne anzitutto stabilito che *nessun embrione è in grado di eseguire movimenti respiratorii, se non ha già prima reagito con movimenti riflessi delle estremità ad eccitamenti cutanei di forza sufficiente.* È certo che in nessun uovo mancano gli eccitamenti cutanei. Nel feto poi, sviluppatisi sufficientemente i nervi cutanei, i nervi centripeti sopportano degli eccitamenti continui, in parte per i movimenti proprii del feto, in parte per i cangiamenti intrauterini (contatti, variazioni di tensione).

Inoltre si potè dimostrare che delle grandi quantità di liquido amniotico possono venir aspirate senza danno del feto, cosa già espressa da altri. Questi movimenti respiratorii precoci si possono provocare artificialmente (puntura) senza danno del feto. Ma anche dei passeggeri nocumenti della respirazione placentare ed allantoidea producono, senza stimoli artificiali, delle inspirazioni precoci.

Quindi l'autore, fondandosi sopra le sue esperienze, stabilì che la eccitabilità del centro respiratorio, per gli eccitamenti cutanei cresce fino ad un certo limite col diminuire dell'ossigeno nel sangue del feto, diminuisce coll'aumentare del medesimo. Per tal modo nel primo caso gli eccitamenti periferici (cutanei), prima insufficienti a sviluppare una inspirazione, acquistano la capacità di farlo quando il sangue embrionale uterino ed estrauterino è diventato venoso; nel secondo caso tornano a perdere la loro attività. Infatti a pro-

durre lo stesso effetto fisiologico basta un eccitamento debole, se la eccitabilità è grande, si richiede un eccitamento forte, se è piccola.

In complesso risultò dalle ricerche dell'autore che il primo atto respiratorio del feto non ancor nato, e di quello reso libero ha luogo: 1. Per un forte eccitamento periferico artificiale, essendo intatta la circolazione placentare; 2. Per il disturbato arrivo dell' ossigeno dalla placenta senza eccitamento artificiale, giacchè, in questo caso, gli eccitamenti naturali, che non mancano mai, diventano attivi per l'aumentata eccitabilità del centro. Nel parto normale entrambi i fattori si associano; infatti si ha un forte eccitamento periferico per l'atto del parto (ed anche pel raffreddamento), ed un considerevole aumento dell' eccitabilità centrale per l'interruzione della respirazione placentare (allantoidea). L'eccitamento periferico però è il più importante ed il più indispensabile, mentre la diminuzione di ossigeno non è richiesta in ogni caso. Essa però in ogni parto, o dopo o durante (nei dolori), sorviene accompagnata o no da movimenti respiratorii: accompagnata, quando l'eccitamento periferico è sufficientemente forte, non accompagnata, quando è debole.

Una critica delle ipotesi sopra le cause della prima inspirazione comprova completamente questa spiegazione, giacchè dimostra che non solo nessun fatto la infirma, ma anche che nessuno le si sottrae. — La pratica ha già da un secolo dimostrato la importanza dei forti eccitamenti cutanei, nei casi di bimbi nati asfittici; lo sperimento ne ha dimostrata la inutilità negli animali illesi, mantenuti apnoici con ossigeno in abbondanza.

NUTRIZIONE DELL' EMBRIONE.

Relativamente alla nutrizione tutti gli embrioni differiscono essenzialmente dagli animali nati perciò che essi, siano o no provvisti del tuorlo di nutrizione, o non si muovono, o si muovono appena per introdurre l'alimento, ma l'alimento accorre, nel vero senso della parola, verso di loro. Il mantenersi di questa corrente esige una serie di condizioni esterne che furono pochissimo studiate. L'autore istituì in proposito molteplici osservazioni e raccolse un certo numero di dati altrui. Dal loro complesso deriva, essere di speciale importanza: l'influenza della pressione atmosferica, quella dell'umidità, quella della luce, quella dei movimenti dell'uovo e delle lesioni dell' embrione. Però relativamente a tutti questi movimenti non si può per ora stabilire una legge generale, la quale ci dia spiegazione esatta dei rapporti tra essi e la nutrizione. Qui debbonsi anzitutto considerare la facoltà di adattamento ed altre proprietà ereditarie finora poco studiate dal punto di vista puramente fisiologico. Mentre le uova degli articolati possono permanere in vita anche disseccate, o in uno spazio con poca aria o congelate o molto scaldate, quelle degli anfibii sono sensibilissime alle variazioni passeggiere della pressione atmosferica, alla mancanza di acqua, alle oscillazioni della temperatura, e quelle di uccello, fecondate e covate, già muoiono nel l'aria secca, quantunque solo per rendere possibile lo sviluppo possano eliminare grandi quantità di acqua. Tuttavia dalle nuove ricerche deriva che la quantità normale di acqua eliminata dall'uovo di uccello può considerevolmente diminuire, verniciando parzialmente di lacca l'uovo, senza disturbare lo sviluppo dell'embrione.

Le non numerose esperienze fin qui raccolte sopra l'avvelenamento dei diversi embrioni, dimostrano che parecchi veleni, letali per il nato, danneggiano o poco o nulla il feto immaturo, non essendo ancora svilup-pato il sistema nervoso centrale e periferico. Ap-partengono a questi veleni, per non menzionare che i più potenti, la curarina, l'acido cianidrico, la stricnina.

Lo studio dell'azione dei cloruri alcalini sopra i tes-suti contrattili dell'embrione, fatto dall'autore e dai suoi allievi, indusse a differenziare, sotto questo punto di vista, i composti di sodio da quelli di potassio. I primi paralizzano il cuore solo quando siano in molto mag-gior quantità dei secondi. Però tutti i dati sopra l'a-zione dei diversi veleni sulla motilità dell'embrione abbisognano di esame più profondo.

L'autore trattò più da vicino specialmente due delle funzioni nutritive del feto dei mammiferi, e special-mente dell'uomo, cioè *il passaggio dei materiali dalla madre al feto* ed il passaggio dei materiali dal feto alla madre. La dimostrazione del primo fenomeno è fornita da recenti e nuove ricerche sopra numerose sostanze facilmente diffusibili. Anche il *passaggio di tessuti for-mati*; specialmente del microbo della febbre intermittente e di quello della ricorrente, *può aver luogo*. — Nell'uomo però regolarmente non ha luogo il passaggio del veleno vaiuoloso (al contrario della pecora). Il *passaggio di materiali disciolti dal feto alla madre* è parimenti dimo-strato dalle ricerche di autori anteriori e da quelle nuove dell'autore. Queste ultime provano che l'assorbimento placentare dipende dalla quantità e dalla concentra-zione della soluzione.

Fra gli altri fatti concernenti i processi nutritivi in-terni dell'embrione sono da notarsi i seguenti:

Il ricambio dell'embrione si differenzia in generale da quello del neonato, perciò che esso non ha luogo senza un rapido accrescimento di massa. I processi anapla-

stici prevalgono di gran lunga sui cataplastici. — Studiando l'embrione dei pesci, già da altri venne scoperto che negli uni la differenziazione può temporariamente arrestarsi, senza che la nutrizione sia interrotta, negli altri ha luogo la più intensa differenziazione, essendo minimo l'arrivo di alimenti. È meraviglioso lo sviluppo dell' embrione di aringa, senza corpuscoli sanguigni, senza emoglobina, senza sangue.

Il tuorlo di nutrizione serve tanto come un alimento apparecchiato nell' uovo per uso immediato e atto ad essere assimilato, quanto come provvisione alimentare per i giorni successivi allo schiudimento, specialmente nei pesci e negli uccelli. I pulcini possono vivere per più giorni, dopo lo schiudersi dell'uovo, solo valendosi del giallo d'uovo contenuto nella loro cavità addominale.

La vecchia questione, se il guscio prenda parte a nutrire l'embrione degli uccelli, fu risolta in senso negativo da me con l'appoggio di esatte ricerche chimico quantitative. Il pulcino, uscito dall' uovo, non possiede una quantità di calce o di fosforo maggiore di quella contenuta negli elementi dell'uovo, da cui si è venuto organizzando. Però il guscio dell' uovo non covato contiene più acqua del guscio dell'uovo covato. Quest'acqua non torna mica utile all'embrione, ma evapora. Per l'embrione di uccello, contenuto nel guscio, vale rigorosamente la equazione $G = W + K - L$ in cui G rappresenta la perdita di peso giornaliero, W il quanto di acqua si perde quotidianamente, ovvero sia il peso dell'acqua evaporata in egual tempo, K l'eliminazione giornaliera di acido carbonico, L la quantita di aria assorbita per giorno (specialmente ossigeno).

Poichè, come per la prima volta io dimostrai indiscutibilmente il pulcino nell'uovo forma più acido carbonico che non ne formi l'uovo non fecondato e pur covato, bisogna dire che il pulcino maturo contenga meno re-

siduo secco dell'uovo fresco, il che effettivamente avviene.

Relativamente alla nutrizione dello embrione umano, è certo che esso, anche nei primi stadii dello sviluppo, assorbe per la pelle delle grandi quantità di liquido amniotico cui negli stadii successivi deglutisce, digerisce ed assimila. In tutto il tempo, in cui la cavità del corpo è ancora aperta, il liquido amniotico penetra direttamente in quasi tutte le parti del corpo, rendendo così possibile una rapida assunzione di acqua alle cellule embrionali, che crescono e si suddividono.

La vescicola ombelicale solo nei primi mesi è in grado di partecipare a nutrire l'embrione umano, poichè ordinariamente i vasi omfalo-mesenterici si obliterano. Nei mammiferi la cosa avviene alquanto diversamente.

Di gran lunga più importante per la nutrizione del feto umano è il sangue della placenta, il quale è in continuo rapporto di scambi osmotici con quello dei capillari dei villi fetali. Dai seni placentari passano nel feto non solo l'ossigeno dell'emoglobina delle emazie e l'acqua del plasma sanguigno materno, ma specialmente l'albumina ed i sali (verosimilmente anche dello zucchero del sangue). Dal feto si diffondono alla madre dei carbonati alcalini ed alcuni altri prodotti dal ricambio fetale. Si considera come certo anche un passaggio dei leucociti dal sangue materno in quello fetale. I leucociti possono contenere delle sfericciuole di grasso.

Per intendere la nutrizione del feto è di speciale importanza la dimostrazione, che io ho data dell'impossibilità che il sangue della vena ombelicale possa da solo fornire l'acqua necessaria, imperocchè il sangue del feto è più concentrato, specialmente in principio, dei tessuti che lo circondano, i quali contengono molta acqua. Quindi i tessuti debbono sottrarre continuamente al sangue albumina, sali ed altre sostanze istogenetiche importanti. Ma per questa fun-

zione osmotica fondamentale essi hanno bisogno di un sempre nuovo afflusso di acqua, poichè, altrimenti, avrebbero ben presto una concentrazione eguale a quella del sangue stesso. Il soprappiù di acqua vien fornito all'embrione dal liquido amniotico, deglutito e riassorbito.

La costituzione e la significazione fisiologica del latte uterino che ora, come anticamente, vien considerato un materiale embriotrofico, è ancora dubbia. Ma verosimilmente questa secrezione è molto più diffusa che non si ammetta ordinariamente: e può benissimo passare dalla serotina nel sangue dei capillari fetali placentari: contiene degli elementi atti alla nutrizione.

Fra i *prodotti del ricambio materiale dell'embrione*, che si formano esclusivamente nell'embrione e solo in minima parte nel sangue materno, ha un'attività fisiologica speciale il *Glicogeno*, dapprima copioso in quasi tutti gli organi, e più tardi scarso. Esso può essere riguardato come un materiale di riserva, il quale dai processi di ossidazione, sempre crescenti nel corso dello sviluppo, verosimilmente è combusto in acido carbonico ed acqua. È pure dimostrata una formazione embrionale di grasso, che aumenta collo sviluppo. Infine fu pure dimostrato, fondandosi sopra determinazioni quantitative di altri, che la quantità assoluta e relativa di albumina aumenta nell'embrione. Una intera serie di sostanze, ben caratterizzate nell'embrione, dimostra che in esso han luogo continuamente delle vere sintesi e delle vere scomposizioni. Tra queste son da notarsi specialmente le sostanze coloranti, emoglobina, bilirubina, pigmenti dell'occhio, che si trovano nell'embrione di uccello interamente separato dalla madre mentre non si trovavano nell'uovo. L'aumento relativo delle sostanze minerali nei tessuti embrionali durante lo sviluppo, dipende al contrario essenzialmente da un accumulo di fosfati e di cloruri che si è fatto prima.

In complesso, mediante una rivista critica dei fatti, io dimostrai con certezza che nell'embrione, a franco dei processi anaplastici (assimilazione), che si accompagnano ad un rapidissimo accrescimento, decorrono dei processi cataplastici (disassimilazioni), che aumentano continuamente nella intensità e nella estensione. — Il feto quindi, senza dubbio, non solo possiede un ricambio indipendente, ma anche presenta nel suo organismo molti dei processi chimici, che si possono studiare qualitativamente con esattezza nell'organismo nato.

I cambiamenti del chimismo, immediatamente dopo il parto, sono prodotti nell'uomo dalla improvvisa cessazione dell'arrivo di nutrimento dalla placenta e dell'afflusso di acqua dal liquido amniotico, come pure dall'improvviso cominciare della respirazione polmonare. Quindi il bimbo, nascendo vien posto in condizioni pericolose alla vita, simili a quelle di un bimbo, che nasca freddo, assetato, affamato ed asfittico, e paragonabili a quelle dei mammiferi, che si svegliano dal letargo invernale.

SECREZIONI DELL'EMBRIONE.

Lo studio dell'attività delle ghiandole embrionali è di uno speciale interesse, poichè con esso si può arrivare a conchiudere sopra le condizioni della secrezione ed a dimostrare con nuovi fatti la indipendenza del chimismo embrionale.

Una rivista delle osservazioni di più autori anteriori dimostra che, relativamente alle ghiandole digestive, esistono tra i vari animali delle rimarchevoli differenze, dipendenti, verosimilmente, da un'ineguale rapidità di sviluppo. Finora i fermenti digestivi vennero rintracciati essenzialmente nei feti di mammiferi.

La ptialina della saliva e del succo pancreatico o manca completamente, nel feto e nel neonato umano o si trova, la prima, solo in piccola quantità nel neonato, il che è importante per la nutrizione artificiale del giovane poppante. Anche alcuni mammiferi erbivori possono, al principio della vita. convertire l'amido in destrina e zucchero.

Secondo le mie osservazioni nei feti di pulcino ed in quelli di cavia può aver luogo, molto tempo prima della maturità, una proteolisi nel succo gastrico Per altri animali, fra cui il neonato di cane, non si potè dimostrare la presenza di pepsina nel succo gastrico fetale. La tripsina fu da altri trovata ora presto, ora tardi; ora non si trovò; la pancreatina fu trovata nel succo pancreatico dell'uomo e del pulcino neonato. La bile si trova in generale tra i prodotti più precoci della attività secretoria embrionale.

In complesso dal fatto che i singoli enzimi si presentano nel feto non contemporaneamente, e non in quantità eguale deriva che molto probabilmente essi non sono preformati nella madre per poi passare nel feto. La rapipità con cui vien digerita l'albumina nello stomaco del pulcino, basta a mostrare che per lo meno la pepsina può formarsi, indipendentemente dalla madre, nelle ghiandole stomacali non ancora completamente organizzate.

Si apre con ciò un vasto campo alle ricerche sopra la questione della secrezione.

Anche quei prodotti del feto, i quali già prima del parto vengono, non solo secreti, ma anche escreti, sono di grande interesse fisiologico e pratico. Questo vale specialmente per i prodotti delle ghiandole cutanee (vernix caseosa), e dei reni. I primi dimostrano che già dentro l'utero avvengono degli intensi processi chimici nelle ghiandole sebacee cutanee, i quali processi conducono alla secrezione di grasso puro; gli ultimi che

negli embrioni ha luogo una escrezione specifica od elettiva di certi componenti del sangue. Infatti una critica dei dati fisiologici e patologici insegna come, normalmente, urina od altro liquido somigliante (probabilmente il liquido allantoideo è già prima secreto dai corpi di Wolff) viene, non solo segregato, ma anche escreto. Tutte le prove portate contro, non reggono. La frequente mancanza, nelle prime urine emesse dal neonato, di sostanze facilmente diffusibili, somministrate alla madre, e la loro presenza nelle orine emesse lungo tempo dopo la legatura del cordone, si spiega con una lesione della funzione renale durante il parto.

I casi di aborti umani privi di reni nulla provano contro l'attività secretoria normale del rene nel feto normale. — L'enorme accumulo di orina o di un fluido consimile, in seguito alla chiusura dell'uretra prima del parto, può solo prodursi se il rene è attivo. I molti casi di feti nati con la vescica vuota non possono avere il valore dei molti, in cui si trova dell'orina nella vescica fetale, aprendo rapidamente l'animale. Il trovarsi nel feto, trasformati in ippurati, i benzoati messi in circolo nel sangue materno durante il parto la separazione nei canalicoli uriniferi del feto dell'indogocarmino iniettato sotto la pelle, e la emoglobinuria fetale dopo iniezione ipodermica di acqua glicerinica (fatti stabiliti da altri già da lungo tempo) dimostrano che il rene fetale ha il potere di secernere prima del parto.

Nello stesso senso parla la presenza di urea, di urati, di cloruri nel contenuto della vescica fetale.

La escrezione di orina prima del parto non venne dimostrata come la sua secrezione, ma numerose prove la rendono verosimile: specialmente la urinazione che si osserva immediatamente dopo il parto.

Degli altri escreti fetali è specialmente degno di ricerca il *Meconio*, il quale consta dei componenti della bile e delle sostanze non riassorbite, provenienti dal

liquido amniotico deglutito, esclusi i prodotti della scomposizione putrida dell' albumina, i quali regolarmente si formano nello intestino del già nato. Prima della escrezione biliare manca il meconio e, dopo il suo iniziarsi, si accumula a lungo nell'intestino tenue, cosicchè, come io trovai *generalmente nell' embrione immaturo l'intestino tenue è molto più spesso dell'intestino crasso* mentre nell'embrione maturo avviene il contrario. Inoltre dimostrai pure che, in condizioni di sviluppo completamente normali, si può osservare direttamente in molti embrioni un movimento peristaltico del canale intestinale per mezzo del progredire del meconio dal duodeno al colon ed al retto, passando pel digiuno e per l'ileo. Mediante eccitamenti elettrici, chimici e meccanici dell' intestino embrionale, posto in soluzione di cloruro sodico 0,6 0|0 alla temperatura di 38°, riuscii a dimostrare la contrattilità delle fibre muscolari liscie circolari e longitudinali. La loro attività nel feto intatto potè provarsi iniettando delle sostanze coloranti nello stomaco del feto entro l'utero. La osservazione immediata insegnò che avviene pure un movimento antiperistaltico, poichè, sezionando l'intestino a qualunque altezza, si hanno, consecutivamente, delle energiche espulsioni del contenuto da entrambi i capi. — Che, ordinariamente, anche nel feto non preponderi la antiperistaltica è spiegato da ciò che si riempie sempre prima lo stomaco, per il liquido amniotico inghiottito, ed il duodeno per la bile versatavi; per cui la resistenza minima al progredire della mescolanza si trova verso le parti inferiori (posteriori), dove il colon da principio è ancora vuoto. Del resto sta il fatto che la peristaltica è molto più debole nell'embrione che nel neonato. La respirazione facilita l'espulsione del meconio, ed i movimenti inspiratorii precoci danno origine ad una facile defecazione intrauterina.

È importante pel medico legale il fatto già conosciuto

e confermato da me che l'intestino dei feti freschi non contiene gas. Se i polmoni sono atelettasici, tutto il canal digerente deve esser privo di aria, poichè, mancando ogni putrefazione, l'aria può solo penetrare nell'atto del respiro, od inghiottita od aspirata. Un bimbo, in cui l'intestino e lo stomaco non contengono gaz, avrà pure quasi sempre i polmoni, che non galleggia se la respirazione avesse avuto luogo, lo inghiottimento o la aspirazione di aria atmosferica avrebbe potuto non avvenire solo in caso di grandissima debolezza vitale. Ed un bimbo in cui l'intestino contenga aria, non avrà più i polmoni atelettasici, a meno che l'aria non sia stata artificialmente insufflata nello stomaco. Quindi la digestione dell'albumina del liquido amniotico deglutito ha luogo nel feto senza sviluppo di gaz. Lo stesso avviene nel pulcino entro l'uovo. Io trovai delle vescicol di gaz nello stomaco dei pulcini solo dopo il cominciare della respirazione aerea, tanto essendo il guscio intatto quanto rotto; trovai invece della albumina coagulata molto più presto.

Dall'esame critico delle numerose ricerche fin qui fatte sopra il liquido amniotico, risultò che esso non è escreto esclusivamente dal feto. Esso non può essere un sudore fetale, poichè le ghiandole sudoripare si sviluppano più tardi e solo al settimo mese compaiono nell'epidermide i loro canali ed i loro pori. Non può essere esclusivamente un' orina fetale, poiche anche nel feto con le vie orinarie chiuse si trova liquido amniotico. È anche impossibile che l'embrione solo possa eliminare tutto il liquido amniotico per ciò che, come dimostrai neppure la quantità assoluta di acqua embrionale, che cresce continuamente durante lo sviluppo, può essere fornita dal sangue della vena ombelicale. È piuttosto dimostrato che l'embrione consuma molto liquido amniotico. La parte che l'embrione prende alla formazione delle acque amniotiche deve pertanto

essere eguale alla piccola differenza che c'è tra la quantità di acqua assunta e la quantità ritenuta in sè, cioè alla quantità di orina segregata nell'utero. Deve quindi prender parte alla formazione del liquido amniotico e il liquido che trasuda, per lo meno nei primi stadii, dalla placenta fetale e quello che, in piccola quantità, fuoresce dal cordone ombelicale, e quello che trasuda abbondantemente, specialmente negli ultimi stadii, dal sangue materno per i canalicoli dei succhi del Chorion e dell' Amnios. Effettivamente, secondo le ricerche dei migliori osservatori, alla fine della gravidanza e non al principio le sostanze facilmente diffusibili passano benissimo dal sangue materno direttamente nel liquido amniotico. Quindi la neoformazione del liquido, che il feto ingoia in quantità tanto più grande quanto più esso cresce, può avvenire benissimo per mezzo della trasudazione dal sangue materno, ma non per un'escrezione del feto, il quale dovrebbe diminuire la quantità di acqua, che gli è necessaria.

Una revisione accurata di tutte le proprietà del liquido amniotico, specialmente della sua composizione, dimostra che nulla si oppone a questo modo di vedere ed inoltre concilia fra di loro tutti i dati fin quì in contraddizione l'un coll'altro.

Nessuno ha mai sostenuto che il liquido, esistente tra l'Amnios ed il Chorion, provenga dal feto: ora questo liquido è quello appunto che pare specialmente adatto alla neoformazione del liquido amniotico, quando questo è, in quantità sempre maggiore, inghiottito dal feto insieme all'orina.

CALORIFICAZIONE DELL'EMBRIONE.

La grande sensibilità degli embrioni alle oscillazioni termiche, dimostrata da ricerche antecedenti per gli animali inferiori, lo fu da me anche per i feti di

mammiferi. Io stabilii che, aumentando considerevolmente la temperatura materna, aumenta regolarmente quella del feto. Questa però, fino alla morte del feto, si mantiene sempre superiore a quella della madre. Il feto sopravvive ad una temperatura di 42°-43°, in certi casi, per breve tempo, a 44°, una volta a 44, 9° centig. Il feto di cavia, quando è ancora molto lontano dalla maturità, può sopportare per dieci minuti una temperatura superiore a 42°, tanto nell' utero dentro la madre, quanto nell' utero entro una soluzione fisiologica di cloruro-sodico riscaldata, quanto fuori dell'utero dentro questa soluzione. Anche i pulcini nell'uovo resistono a 42°, però solo quando questa temperatura non duri più di un giorno. Un tale aumento del calore di incubazione è specialmente pericoloso alla vita verso il fine dell'incubazione.

Il fatto nuovo che *nessuna parte di un animale gravido molto riscaldato raggiunge una temperatura alta quanto la temperatura del feto e che, riscaldando artificialmente la madre, il feto acquista rapidamente una temperatura di* 2° 5 *centig. superiore a quella materna*, proverebbe che nel feto vi è produzione di calore, come spesso si affermò, e che nelle ipertermie di lunga durata della madre la morte del feto è dovuta ad un accumulo di calore.

Numerose esperienze mie dimostrano anche meglio che il feto produce calore. In queste esperienze venne raffreddata la madre con un nuovo metodo, cioè con la polverizzazione di acqua (Spray). Si osservò regolarmente che il feto si raffredda assai più lentamente delle parti più calde materne. Continuando il raffreddamento, cresce la differenza fra la temperatura rettale della madre e quella del feto. Quest' ultima può essere di 2° centig. più alta poichè il feto si raffredda molto più lentamente della madre, tanto dentro le membrane quanto dopo l'apertura della cavità addominale e dell'utero per introdurre il termometro nel-

l'ano del feto. Il raffreddamento del feto di cavia può raggiungere entro l'utero più di 6 gradi in una mezz'ora, senza che avvenga la morte, quando gli si fa susseguire un bagno caldo.

Al contrario il feto di mammifero non sopporta le alternative rapide e frequentemente ripetute di temperatura e si raffredda straordinariamente presto nell'aria fredda dopo la completa estrazione. Ad esempio un feto di cavia quasi maturo, tenuto con tutte le cure: per tre giorni, perdette 17° centig. in 33 minuti, quando fu posto sulla neve.

Nessun embrione possiede un meccanesimo regolatore del calore. Questo meccanesimo si organizza gradatamente dopo il parto nei mammiferi neonati e negli uccelli sgusciati, i quali sono molto bisognosi di difesa contro il raffreddamento.

Malgrado ciò sta il fatto che l'embrione, già prima del parto, produce del calore, cosa da aspettarsi dopo la prova che esso assume ossigeno, e produce acido carbonico. Che nelle uova di pollo, covate, si produca calore venne già reso verosimile, paragonando, in una stufa d'incubazione gradatamente raffreddata, la temperatura di uova con embrione vivo, con quella di uova con embrione morto. Un'altra prova venne fornita dalla dimostrazione che, in una medesima stufa di incubazione, l'uovo non sviluppato è più freddo di quello sviluppato. Ma per questi studi si doveva immergere il termometro nell'uovo. Io potei, senza ledere l'uovo, presagire con certezza, nella seconda metà della incubazione. servendomi solo del contatto, se nell'uovo ci fosse un embrione sviluppato o non sviluppato.

La grande sensibilità della mano dell'uomo alle differenze di temperatura non inganna mai. L'uovo contenente un embrione vivo vien sempre sentito più caldo di quello posto nelle medesime condizioni, ma non fecondato, o reso incapace di svilupparsi con lo scuotimento, o contenente un embrione morto.

Che il feto di mammifero, quando non è troppo giovane, abbia sempre una temperatura più alta della madre, era già stato detto. I miei metodi per determinare la differenza tra l'una e l'altra, consistono nel provocare una presentazione artificiale di natiche, in modo che l'ano del feto si presenti ad un'apertura praticata sulle pareti addominali e sull'utero, allo scopo di potervi introdurre un sottile termometro. Contemporaneamente con un altro termometro si prende la temperatura nel retto della madre.

Un complesso di misure eseguite dai migliori osservatori sopra i bimbi durante e dopo il parto, non lascia sorgere alcun dubbio sul fatto, che *il feto poco prima del parto, finchè dura in vita, ha una temperatura di alcuni decimi od almeno di un decimo di centigrado superiore a quella della madre.*

La produzione di calore nel feto umano negli ultimi tempi della gravidanza è quindi da considerarsi come dimostrata. Infatti contro l'ammissione, che nel feto non avvengano processi termogenici e che la differenza tra la temperatura fetale e la materna provenga da aumentato afflusso di sangue, parla l'alta temperatura dell'uovo di uccello sviluppato, che è separato dalla madre e la piccola differenza di temperatura in favore del neonato, il quale è più caldo del sangue materno, constatata nell'uomo immediatamente dopo il parto. Ne deriva che il *feto negli ultimi stadii dello sviluppo cede del calore alla madre.* L' utero dell' animale gravido è quindi più caldo di quello del non gravido. L'utero, essendo rigurgitante di sangue, impedisce al feto, prima del parto, di raffreddarsi al dissotto della temperatura del sangue materno. Il suo sangue in seguito al pareggiarsi della piccola differenza, conserva la temperatura fetale normalmente quasi costante.

Immediatamente dopo il parto sorviene di solito una rapida e considerevole diminuzione della temperatura

per le seguenti ragioni: manca ancora un rivestimento che impedisca il disperdimento del calore; l'acqua si evapora per la pelle; molta acqua calda è espirata; è interrotto l'afflusso di alimento. Se si mette subito il neonato in una stufa d'incubazione, non si ha più diminuzione di temperatura. Quindi, secondo le mie ricerche sopra gli animali, è da raccomandarsi il metodo di tenere in una stufa ad incubazione i neonati deboli ed in modo speciale quelli nati prematuramente.

Non potendo la *sorgente calorifica* essere diversa nel feto e nel nato, bisogna ricercarla nei processi di ossidazione. Infatti si è già dimostrato la presenza di parecchi prodotti di ossidazione nel ricambio fetale. Oltre l'acido carbonico si trovò l'urea, l'acido urico, i solfati.

L'ossidazione fetale è in verità piccola, ma però esiste fin dal principio ed è fondamento della vita del feto. Infatti, interrompendo l'arrivo di ossigeno, si arrestano rapidamente i fenomeni vitali. Ciò ha luogo già nei primissimi stadii dell'embriogenesi (uovo di pollo).

MOTILITÁ DELL'EMBRIONE.

Gli embrioni di tutte le classi presentano dei movimenti proprii, i quali sono di grandissima importanza per la fisiologia, giacchè hanno luogo in parte, senza che ci sia uno stimolo esterno dimostrabile. Io diedi a questi movimenti, da me osservati nell'embrione dei pesci, degli anfibii, dei rettili, degli uccelli e dei mammiferi, il nome di *impulsivi* per distinguerli da tutti gli altri movimenti del feto e del neonato. Essi precedono tutti gli altri e costituiscono il punto di partenza dello sviluppo della volontà dopo il parto. I loro caratteri ed i loro rapporti con le altre forme di movimento osservate nel feto sono riferiti da me

nel libro « L'anima del bambino, osservazioni sopra lo sviluppo intellettuale dell'uomo nei primi anni della vita » (Lipsia, 2ª ediz., 1884).

Anche negli animali invertebrati, specialmente nei molluschi con uovo trasparente, questi movimenti sono facilmente riconoscibili. Essi però sono complicati con altri movimenti, molto diffusi nel regno animale, cioè con quei movimenti che da un secolo si chiamano *rotazioni* e che consistono in voltolamenti intorno all'asse longitudinale, e in giri a ruota intorno ad un asse ideale, tanto in un piano, quanto intorno ad un perno, od a spira. Questi movimenti, diversamente rapidi, osservati da me, ora isolatamente, ora contemporaneamente, nell'uovo illeso entro il liquido amniotico ed anche nell'embrione degli anfibii anuri, dipendono, come provano nuovi fatti, non da contrazioni muscolari, ma da movimenti vibratorii. L'oscillare delle ciglia della superficie embrionale è il primo fenomeno vitale dell'uovo ed appare anche prima dell' attività cardiaca. Esso accelera i processi di diffusione e perciò è molto importante per la respirazione e la nutrizione dell'organismo sviluppantesi. Dura per un tempo considerevole, dopo una morte improvvisa.

Queste rotazioni sono interrotte negli embrioni idrozoici per i movimenti proprii molto rapidi, che si hanno già prima della organizzazione delle fibre muscolari. In parte sono estensioni e flessioni del tronco, avvicinamenti del capo alla coda per cui l'embrione si piega a ferro di cavallo od a *C*, in parte sono rapidi incurvamenti di una metà del corpo ed urti del capo contro le membrane, che han luogo irregolarmente e senza stimolo esterno riconoscibile, specialmente nelle rane e nei pesci. Oltre a ciò i pesci, per lo meno le trote ed i temoli, offrono un movimento vibratorio dell'opercolo branchiale, maraviglioso per la sua straordinaria frequenza. Si osserva contemporanea-

mente e dopo lo sgusciamento. La notevole energia di queste vibrazioni, che possono aver luogo più di 100 volte al minuto, dimostra ancora una volta l'intensità del ricambio embrionale anche a temperature di pochi gradi sopra lo zero.

Anche i movimenti aperiodici di molte chiocciole, che spingono e capo e piedi contro il guscio appena formato, l'alternato chiudersi ed aprirsi del guscio, in via di sviluppo, delle conchiglie di acqua dolce, i vivaci e talora violenti inghiottimenti degli embrioni di mignatta, il piegarsi a cerchio per mezzo di scosse ed infine il rompersi del rivestimento dell'uovo per mezzo di scosse, avvoltolamenti, contorcimenti, estendimenti ed altri forti moti muscolari, i quali si corrispondono in molti e diversi animali di bassa od alta organizzazione sfidano la acutezza osservativa dello sperimentatore, non solo a cagione della sorgente dell' energia per la produzione del lavoro, ma anche per il carattere ereditario, di cui portano l' impronta tutti i meccanesimi dei movimenti organici. La circostanza che, già prima della differenziazione morfologica di questi meccanesimi in cellule gangliari, in fibre nervose e muscolari — astrazione fatta da ossa, cartilagini, aponevrosi — possono avvenire delle contrazioni ed espansioni molto energiche, prova all' evidenza l'insufficienza delle teorie sui movimenti animali. Il fatto che molti embrioni nell'uovo reso artificialmente libero, prima del termine dello sviluppo, possono procurarsi il nutrimento con movimenti attivi, appostamenti, caccie, morsi, ecc., basta per far riconoscere una ereditarietà psichica od istintiva di straordinaria tenacità.

Lo stesso ci provano le ricerche fatte su larga scala sopra la *motilità dell'embrione di uccello*. Io nell'estate osservai con speciale attenzione i fenomeni motorii del pulcino nell' uovo a varii stadii di sviluppo e

misi in sodo dei nuovi fatti. Anzitutto trovai *come l'embrione si muove molto più presto che non indichino tutte le osservazioni fin qui fatte.* Comincia cioè a muoversi nella prima metà del quinto giorno d'incubazione, e non solo nell'uovo caldo appena aperto, ma anche in quello del tutto illeso e trasparente. Questi primi movimenti sono già di due sorta. Primo: l'embrione ancora molto piccolo muove (come, senza alcun dubbio, in una epoca di sviluppo corrispondente fanno gli embrioni di mammiferi) il tronco, distendendo ora la metà anteriore, ora la posteriore od avvicinando per un istante l'estremo caudale a quello cefalico. Secondo: l'embrione d'uccello già al quinto giorno presenta i caratteristici movimenti su e giù nell'amnios e con l'amnios, movimenti che io brevemente chiamai *altalena amniotica.* Contro tutti i dati anteriori stabiliii che questa altalena amniotica ha luogo tanto nell'uovo chiuso ed interamente intatto come in quello appena aperto, ma caldo; e che l'arrivo di aria fredda non aumenta nè questo nè altri movimenti embrionali, ma che piuttosto li paralizza. Con osservazioni esatte e con numerose ricerche trovai la spiegazione, fin qui inutilmente cercata, del crescere in energia dell'altalena amniotica nei giorni seguenti, e del suo decrescere a partire dal dodicesimo giorno. Eccola: l'embrione, con un violento movimento proprio, dà il primo impulso alla contrazione di una porzione dell'amnios, i cui fasci di cellule sono perciò stimolati meccanicamente. Avviene una contrazione locale dello amnios, che sbalza l'embrione nella metà opposta del sacco amniotico, la quale è in riposo. Questa è per l'urto meccanicamente eccitata, e quindi rigetta l'embrione dall'altro lato e così di seguito.

Un altro movimento puramente passivo viene provocato, nella estremità cefalica e nella caudale dello embrione, a partire dal quarto giorno, dalle pulsazioni

del cuore, il quale è tuttora fuori del torace. È un movimento a pendolo del capo verso la coda e viceversa, isocrono con la sistole del cuore. Questo *pendolìo cardiaco*, come per brevità lo chiamai, perdura ancora dopo l'estrazione dell'embrione dall'uovo, fatta nella prima settimana, mentre, in tal caso, si spengono immediatamente i movimenti attivi del tronco.

Del resto i quattro arti dei pulcini, al sesto giorno, sono messi in moto solo passivamente, in modo bilaterale simmetrico col tronco. Al settimo giorno cominciano dei movimenti indecisi asimmetrici. All'ottavo ed al nono insorgono dei cambiamenti di posizione indipendenti; le flessioni e le estensioni degli arti, il battere delle ali si fanno più frequenti e più energici, senza stimolo riconoscibile.

I vivaci movimenti a scossa del pulcino, prima e dopo i tentativi di sgusciare, vennero esattamente seguiti per mezzo dell'embrioscopo. Io dimostrai che non si tratta già di un « beccamento ». La cosa avviene così: mentre il pulcino respira ancora nell'uovo intatto, insorgono regolarmente delle respirazioni pulmonari più forti (molto probabilmente è la mancanza di ossigeno, che produce bisogno di aria). Il capo quindi è gettato all'indietro e l'uncino acuto che si trova sulla parte superiore del becco lacera il rivestimento del guscio. Quando il movimento è abbastanza forte si produce una incrinatura nel guscio calcareo soprastante, che è diventato fragile per l'evaporazione dell'acqua. Allora cessa il bisogno d' aria. Ma se, in seguiti alle volte del pulcino ed ai ripetuti colpi di becco contro la membrana testacea e contro il guscio, viene, per così dire, a chiudersi la prima finestra, allora l'afflusso di aria è ancora difficoltato, vengono prodotte nuove crepature, finchè il guscio cade in pezzi.

I successivi movimenti del pulcino, ancora bagnato e privo di aiuto, non sono del tutto coordinati, come

ordinariamente si crede. Tale stato dura per più ore prima che l'animale possa tenersi in piedi o soltanto tener sollevato il capo.

I movimenti degli embrioni di mammiferi vennero osservati o nell'utero o solo nello amnios, entro un bagno di cloruro sodico 0,60 0[0 alla temperatura del corpo. Nell'animale gravido intatto si possono provocare dei movimenti del feto, ascoltabili con lo stetoscopio, introducendo un lungo e sottile spillo dentro l'utero. I movimenti fetali aumentano considerevolmente, quando la madre perde molto sangue o quando è asfittica. Però i movimenti delle estremità fetali sono indipendenti dalla respirazione polmonare, giacchè essi esistono già prima che il polmone abbia potuto respirare ed inoltre si possono provocare dei movimenti riflessi delle gambe nei feti asfittici, quando non è più possibile farli respirare. *Ma non avvengono movimenti respiratori se prima non si sono mossi per via riflessa gli arti.* Una diminuzione della temperatura materna fino a 33° C, non impedisce il distrigarsi del feto di cavia quasi maturo per un taglio utero-addominale, ed, ancora 11 minuti dopo l'ultimo respiro della madre, io vidi il feto muoversi vivacemente nell'utero.

Quando l'utero viene aperto con molta cautela in una soluzione fisiologica di cloruro sodico, allora si vede, attraverso la sottile parete, che il feto, quasi maturo e apnoico della *Cavia Cobaya*, per leggeri contatti, eseguisce dei movimenti riflessi coordinati. Anzi i caratteristici *movimenti di grattamento e di strofinamento* degli arti anteriori vengono eseguiti dal feto nel liquido amniotico, all'infuori di ogni movimento respiratorio, affatto macchinalmente. Essi *mordono* e *succhiano* subito dopo la estrazione. Ulteriori esperimenti mostrarono che il feto muove, come prima, i suoi arti, dopo la scervellazione o la decapitazione. Bocca e nari del capo tronco eseguiscono ancora di per sè dei movimenti respi-

ratorii. Nell'animale neonato avviene la stessa cosa. Il cervello non agisce ancora sopra i suoi movimenti, il che deriva pure da esperienze altrui. Da ciò non si può però ancora conchiudere che manchi nella midolla allungata e spinale ogni funzione inibitrice riflessa. Io potei dimostrare con certezza delle vere inibizioni riflesse nella cavia noenata: 1° Per mezzo del dilatarsi della pupilla, illuminando colla luce di magnesio o producendo un forte eccitamento cutaneo; 2° Per mezzo della cessazione del riflesso del muscolo uditivo, da me scoperto, provocata dagli alti suoni, come pure dalla forte compressione di qualunque parte della cute dell'animaletto.

In generale, un animale è tanto meno atto ad imparare nuove forme di movimenti coordinati, quanto più esso ne porta con sè nascendo. A questo riguardo il bimbo occupa l'ultimo posto, poichè esso dopo la nascita acquista in grado massimo nuovi movimenti.

Verosimilmente l'embrione umano muove gli arti prima della settima settimana; anche esso non ha duopo della presenza del cervello, del cervelletto e neppure della midolla allungata per eseguire movimenti delle estremità. Sono nati vivi dei feti maturi anencefali senza il centro respiratorio. Per contro non bisogna credere a tutti i racconti di bambini nati vivi senza midolla spinale.

I movimenti muscolari, che han luogo regolarmente già prima della nascita e che si complicano sempre più dopo, sono in numero molto più grande di quello che non si sia ammesso fino ad ora. Prima di tutto il fatto *che, anche dopo la comparsa dei primi movimenti automatici dell'embrione, non si può in esso produrre alcuna contrazione chiara per quanto si adoperino forti eccitamenti elettrici, traumatici, termici, chimici, diretti o riflessi;* poi quello, scoperto da me per mezzo di molti esperimenti, *che cioè i muscoli* dell'embrione, quando sono già capaci di contrarsi per eccitamenti artificiali, per

lungo tempo ancora non possono essere tetanizzati, e quell'altro che la contrattilità non va d'accordo colla tetanizzabilità del muscolo ed infine il succhiare ed il deglutire prima della nascita, formano il punto di partenza per nuove ricerche fisiologiche molto promettenti sopra la contrattilità in generale, e sopra la mutua dipendenza dei sistemi nervoso e muscolare in particolare.

Un tentativo, fatto da me, fin dall' anno 1881, di classificare tutti i movimenti eseguiti dai bambini e dagli animali nati, basandomi sulle loro cause fondamentali immediate, fece così buona prova, quando fu applicato agli animali non ancora nati, che lo si può adottare come conclusione.

La causa immediata di un movimento di un animale, che sia capace di muoversi, può essere esterna, cioè all'infuori dell'organismo ed estranea all'apparato motorio, oppure interna, cioè dentro l' organismo e con esso necessariamente attiva. I movimenti della prima specie sono chiamati *allochinetici*, quelli della seconda *autochinetici*.

Ciascuno dei due gruppi contiene tre diverse divisioni.

La prima forma di movimenti allochinetici comprende tutti i movimenti *passivi* che avvengono senza alcuna azione fisiologica del corpo mosso. Questi hanno un'importanza grande in ispecial modo negli embrioni degli animali inferiori, le cui uova penzolano nell'acqua, vengono emesse e cadono al suolo: per il feto umano hanno significazione pratica in ostetricia Sono molteplici in tutti gli animali vivipari a cagione dei movimenti della madre; e non mancano mai negli ovipari. La seconda forma di movimenti allochinetici, costituita dalla contrazione prodotta per eccitazione diretta delle parti contrattili e dei loro nervi, forma piuttosto oggetto di esperimenti che di osservazioni, quindi, come è naturale, essa non può entrare facilmente in scena, se

prima il feto non è stato messo a nudo. La nota più caratteristica di questi movimenti, prodotti da stimolo periferico diretto, è l'irritazione. La terza forma di movimenti allochinetici comprende i *movimenti riflessi* propriamente detti, i quali hanno bensì bisogno di un eccitamento periferico, per esempio un contatto, un raffreddamento, come causa immediata, ma non possono avverarsi, neppure nel feto, senza partecipazione di un organo centrale nervoso, e non compariscono, se, *prima* dell'azione, manca un processo centrale psichico o fisico. La prima forma di movimenti autochinetici comprende i movimenti determinati dal processo centrale psichico o fisico, e prima di tutti, quelli che io (1880) aveva già riguardati come *impulsivi* e di particolare importanza psicogenetica. Sono convulsioni, flessioni ed estensioni del tronco e molte altre consimili contrazioni ed espansioni, che di regola si presentano assai presto in tutti gli embrioni di vertebrati ed anche nel neonato degli animali che dormono e che si destano dal letargo invernale. La seconda forma di movimenti autochinetici si presenta molto più tardi. Sono processi psichici ereditarii che determinano, in date condizioni esterne ed interne, dei movimenti coordinati, bene caratterizzati e diretti ad uno scopo, l'origine dei quali si ascrive *all'istinto*. A questi appartiene il primo succhiamento. L'ultima forma dei movimenti autochinetici contiene quelli, i quali sono primieramente provocati da idee prodotte da esperienza propria. Essi sono sempre *sottoposti*, in seguito alla loro prima esecuzione completa, ad azioni coordinate (motivate) o ad atti diretti in un senso speciale. Delle sei forme di movimenti questa è la sola che compaia per la prima volta dopo il parto, cioè dopo che si poterono fare delle esperienze individuali psichiche, per mezzo dei sensi. Essa manca del tutto nel feto. Ciò che si riferisce alle ragioni più vicine ed alla spiegazione di tutte le differenze è riferito nei miei lavori antecedenti.

SENSIBILITÁ DELL'EMBRIONE.

Negli embrioni di ogni specie, a cagione del loro isolamento nell'uovo, l'influenza delle impressioni sensoriali è minima in paragone di quello che avviene negli stadi ulteriori della vita. Ma gli organi di senso si sviluppano assai per tempo e l'esame della eccitabilità dei punti della cute più innervati e più sviluppati ha dimostrato che *negli embrioni esiste, già lungo tempo prima che essi siano capaci di vivere di per sè, la sensibilità cutanea*, giacchè essi possono reagire in modo chiaro, spesso vivace, con riflessi, prima disordinati, poi ordinati, agli agenti dolorifici, specialmente se sono forti, agli stimoli elettrici, traumatici, chimici e termici (riscaldamento e raffreddamento). Di grandissimo interesse teoretico è il fatto, stabilito da me per mezzo di numerose ricerche, che, senza eccezione, l'embrione si muove « di per sè » lungo tempo prima che possa agire un eccitamento periferico di qualunque natura; cioè *la sensibilità compare regolarmente più tardi che la motilità.*

A dir vero non è sempre facile il dimostrare nell'embrione la presenza della eccitabilità dei nervi di senso perchè, anche sperimentando nelle condizioni più favorevoli, i movimenti impulsivi dei piccoli esseri sogliono essere assai numerosi, cosicchè non si può sapere se i movimenti successivi ad un eccitamento periferico siano una risposta riflessa o se si sarebbero mostrati anche senza l'eccitamento; pertanto io operando sugli embrioni dei mammiferi e degli uccelli, feci in modo da potere, per mezzo di un cauto raffreddamento dell'uovo, diminuire l'intensità dei movimenti originarii, quindi faceva agire l'eccitamento riflesso. La sensibilità cutanea compariva sempre più tardi dell'eccitabilità diretta dei tessuti contrattili.

Per la temporanea separazione dei nervi dagli apparati nervosi terminali, sensorio e motorio, che più tardi funzionano insieme (verosimilmente dipendente da un ineguale rapidità di sviluppo delle corna anteriori e posteriori della midolla spinale), acquista un interesse speciale il modo di comportarsi dell'embrione maturo ed immaturo verso gli anestetici.

A questo riguardo io vidi (in primo luogo per i feti dei conigli), che la narcosi cloroformica, dopo incominciata la respirazione polmonale (nelle stufe di incubazione), avveniva difficilmente, inalando aria contenente cloroformio, poichè la motilità e la sensibilità non si spengono facilmente; che essa decorre molto più rapidamente che nell'animale già nato e che, anche umettando abbondantemente la pelle con cloroformio, la sensibilità bensì presto svanisce, ma rapidamente torna ad apparire. L' aumento di ventilazione nel feto, che respira aria, e l'alta temperatura dell'aria nella stufa di incubazione, non possono spiegare *la debole influenza degli anestetici sul feto.* Essa dipende probabilmente dal debole sviluppo degli organi nervosi centrali. La poca sensibilità del feto agli altri veleni è degna di ricerca. Fra i sensi, legati alla formazione dei nervi cerebrali sensorii, *il gusto* è dimostrabile pel primo. Anzi un feto anencefalo (umano) distingue il dolce e l'acido. I feti di porcellini d' India, nati prima del tempo, come pure quelli dei bambini nati prematuramente, distinguono tosto il dolce dalle altre specie di sapori.

Il *senso dell'odorato* nei mammiferi compare per la prima volta dopo la nascita, negli uccelli parimenti dopo lo schiudimento dell'uovo.

I mammiferi non possono *udire* prima della nascita nè nei primi minuti o nelle prime ore dopo la medesima. Il caratteristico riflesso dell'occhio dei porcellini d' India (e dei pipistrelli) in principio manca del tutto poi compare lentamente od incompletamente per un

suono alto, infine sempre più rapidamente. Il pulcino però ode già prima di abbandonare il guscio.

Nell'uomo la retina è sensibile alla *luce* già parecchie settimane prima della nascita, come lo dimostra il modo di comportarsi dei feti prematuri Negli animali i feti prossimi a maturità sentono l'azione dei midriatici (atropina) come quelli già nati, e quella dei miotici (fisostigmina), i quali, anzi, restringono la pupilla prima ancora che possa farlo la luce.

Il modo di comportarsi dei neonati, verso gli eccitamenti sensibili, è stato minutamente studiato da me in un altro lavoro « L'intelligenza dei bambini ».

Tra le sensibilità generali, noi non possiamo negare al feto maturo una debole sensibilità al piacere ed al dolore, un senso muscolare ed il senso della fame. Ma, dopo la formazione dei nervi richiesti per ciò, ha esso appena occasione di subire degli eccitamenti e delle sensazioni forti, perciocchè, con ogni verosimiglianza, negli ultimi periodi dello sviluppo esso dorme quasi senza interruzione fino alla nascita.

ACCRESCIMENTO DELL' EMBRIONE.

Oltre all'aumento in volume ed in quantità delle cellule ed alla loro moltiplicazione per divisione, in ogni accrescimento organico e massimamente nell'accrescimento rapido di tutti gli embrioni, si osserva in modo marcato un aumento regolare delle sostanze intercellulari durante ciascun processo di assimilazione o di generazione; si ha cioè un aumento del secreto e dell'escreto delle cellule embrionali.

Ma questa parte dello accrescimento, determinata da proprietà ereditarie, non è ancora stata indagata in modo speciale.

L'embriometria, cioè il peso e la misura degli embrioni e delle loro parti, non è ancora completamente

nota e finora non è arrivata al punto da permettere la costruzione di una esatta curva dello accrescimento. In verità si sarebbero potuti ottenere, senza grande difficoltà, dei numeri meglio concordanti, se si fossero pesati, per questo scopo, solo gli embrioni affatto freschi e le loro parti, che non hanno subìta alcuna perdita di acqua e non si fossero pesati specialmente i preparati in alcool o i feti putrefatti, e se si fosse preso come punto di partenza, facendo astrazione dall' umidità, la lunghezza massima del tratto, che separa l'estremità del capo (vertice del capo) dalle natiche (estremità della notochorda, origine della coda). Ma anche in tali casi, per vero paragonabili tra loro, perchè di valore uguale, si presenterebbero solo delle grandi serie di numeri, e non si sarebbe potuto trovare la legge esatta dello accrescimento, perchè la determinazione dell'età dei feti umani, secondo il tempo è solo possibile nel limite di errori relativamente molto grandi.

Il tempo decorso dal primo accoppiamento, dopo l'ultima mestruazione, o quello decorso dalla coabitazione feconda dei genitori fino alla nascita, cioè fino al distacco del feto maturo od immaturo, indicava sempre l'età massima del feto. Infatti non si sapeva quanti giorni trascorressero nell'uomo dall'entrata dei nemaspermi nell'utero fino alla loro penetrazione nell'uovo, nè nei casi in cui il feto maturo od immaturo venisse alla luce morto, si poteva esattamente ognivolta stabilire quando esso fosse morto. Solo in quei casi rari, in cui avendosi sempre mestruazioni regolari, l'accoppiamento accadde immediatamente prima dell' emorragia aspettata, ma non avvenuta, si può ammettere con assai grande probabilità che l'accoppiamento e la fecondazione quasi coincisero. Pochissimo valore per la determinazione dell'età del feto ha il tempo, che trascorre dalla prima mestruazione mancata, dopo la coabitazione,

fino alla nascita. Però solo quando il feto nasce ancora vivo. Siccome questo massimo e questo minimo valore del tempo solo di rado si può scoprire in modo esatto e la durata della gravidanza palese, come si può calcolare, non è costante, anche nella stessa donna, così non si può assolutamente indicare la rapidità di accrescimento embrionale, specialmente per i due primi mesi. Essa non è costante, poichè nelle pluripare, i feti ritenuti egualmente sviluppati spesso sono inegualmente pesanti per la diversa nutrizione.

Dalle mie misure e pesate dei feti umani ne deriva, in generale, che l'aumento assoluto in lunghezza è massimo nel quinto e sesto mese del feto ed il relativo nel primo e nel secondo.

Per i feti degli animali si manca ancora di determinazioni particolari. Secondo le mie osservazioni il porcellino d' India, che, prima della fine della seconda settimana, non è ancora visibile, decupla il suo peso nella terza, e poi lo raddoppia ancora nella quarta. Il pulcino, la cui età si può determinare esattamente, presenta il fenomeno notevole, che, dalla metà dell' incubazione fino allo schiudimento, quelle parti, le quali, dopo lo schiudersi dell'uovo, entrano immediatamente in funzione (cervello, occhi, becco, dita del piede), crescono in eguale misura e forse più che in tutte le altre epoche della vita mentre le ghiandole genitali che sono le ultime a funzionare nella vita indipendente crescono pochissimo nell' uovo.

La ragione di questo modo speciale di comportarsi si può trovare solo precisando il concetto vago dell'ereditarietà. Allora potrà anche essere affrontato il problema importante di stabilire una legge di differenziazione, la quale permetta di conoscere con sicurezza il grado di sviluppo di un embrione da un semplice carattere. Sta il fatto che la differenziazione dell'uovo, diventata costante per essersi ripetuta innumerevoli

volte, è un fenomeno fisiologico caratteristico in tutte le forme di animali superiori e determinato dalla natura dell'uovo e del nemasperma, che penetra in esso.

Ma è pure ugualmente importante, sebbene sia poco noto, che la differenziazione e la diversità individuale di embrioni di eguale età e di sesso differente anche umani, non è solo causata dall'eredità, cioè dalla natura dei prodotti maschili e femminili che si uniscono per produrla, ma rimane anche indipendente dall'accrescimento, se esso esiste. Finalmente appare già dall'aspetto di un feto umano, che si dia a conoscere per tale in tutte le sue parti, quanto sia differente l'accrescimento prima della nascita da quello che sarà dopo.

Queste ineguaglianze dell'aumento di grandezza dell'uomo, dopo che la differenziazione è molto avanzata ed in parte terminata, consistono, lungo tempo prima della nascita, nel crescere rapido o lento e nella buona o cattiva nutrizione nell' uovo. E sono ereditarie e diverse in tutte le specie di animali, anzi, nei rami di una famiglia, diverse da quello che sono nei rami di un'altra famiglia della medesima specie.

A questo punto la fisiologia dello embrione è irta di incognito.